

引用非特許文献

特許
20.1.22

特許出願の番号

特願2003-097593

作成日

平成20年 1月10日

作成者

松浦 陽 3752 3U00

発明の名称

移動ロボット制御装置、移動ロボット制御方法及び移動ロボット制御プログラム

受付

本複製物は、特許庁が著作権法第42条第2項第1号の規定により複製したものです。
取扱いにあたっては、著作権侵害とならないよう十分に注意ください。国内学会論文2004-01365-008

ヒューマンインタフェース学会研究報告集 Vol. 4 No. 1

Human
Interface
Society

対話型高齢者支援システムの設計と試作 ～ペットロボットの振舞いに対する反応の評価～

大野 彩子^{*1} 安村 通晃^{*2}A Prototype System Design and Implementation of an Interactive Supporting System
for Senior Persons

～ Evaluation of Response to a Pet Robots' behaviors ～

Saiko Ohno^{*1} Michiaki Yasumura^{*2}

Abstract

We propose a new method of providing the elderly with a computer mediated exercise support system. It could guide them to self-motivated exercises such as walking by using a "Pet Robot" as an interface. In this paper, we have described the proposed concept of inducing an user's spontaneous but desired actions as secondary side reactions to the system's messages whose true intentions were not conspicuous. A survey had been conducted to find out how well the intended purposes of pet robot's actions and actual, subjective interpretation of them by older and healthy individuals agree. Additionally, a survey had been conducted to evaluate the affinity toward robot's actions. Through these experiments and surveys, this research had proposed a design principle of a system which efficiently utilises pet robot as a part of an assistive training system for elderly which can be easily, despite the fact that pet robots are commonly considered as nothing useful.

Keywords : Elderly, Supporting System, Pet Robots, Embodied Interaction, Subjective Evaluation

1. はじめに

近年、本格的な高齢社会を迎えるにあたって高齢者の健康維持とリハビリテーションへのニーズが高まってきている。社会的なインフラ面、技術面での支援環境整備が進められているが、従来の技術的な支援システムでは一般に新しい技術への適応が難しいという高齢者の特性を考慮したものは少ない。また、支援システムとのインタラクション方法がユーザにとって必ずしも適切なものではないため、積極的に、あるいは継続的に利用されにくいという問題も指摘されている^[1]。高齢者の健康維持活動を支援するには、高齢者が積極的にシステムを利用するための動機付けが必要である。また、その実現のためには高齢者自身の日常の生活環境に適合し、かつ高齢者が自発的に興味を示すシステムを提供していくことが強く求められる。

本研究では、ペットロボットを高齢者支援システムのインタフェースとして用いることにより、高齢者ユーザの想像力を刺激し彼らが自発的に身体を動かす動機付けを与える方法を提案する。本稿では、まず研究のコンセプトについて説明し、具体的な提案システムとして筆者らが提案しているペットロボットを用いた対

話型心拍トレーニング支援システムについて述べる。また、今回ペットロボットの振舞いの設計指針を明らかにするため、実ユーザである高齢者を被験者にした基礎実験おこなったのでその結果を報告する。

2. コンセプト

人間のパートナーとなることを目指して登場したペットロボットを高齢者支援に活用する試みは産業界にも見られるが^[2]、その多くは外見の可愛らしさによる精神的な癒し効果を狙ったものである。我々は、外見上の特性だけでなくペットロボットのもつ「身体性」にも着目し、インタラクションを通じて高齢者ユーザの身体的な行いを誘発することを目指している。情報による支援しかできないコンピュータソフトウェアに対して、ロボットのような身体性をもつエージェントは物理的支援が可能である。そこで、従来トレーナーがおこなっている役割をロボットに代行させる、あるいは補助させることが考えられる。しかし、人間はロボットに頼み事をしたり追従したりすることに違和感を抱きやすいことが指摘されており^[3]、システムを継続的に利用してもらうためには、ユーザとロボットとの円滑なインタラクションを実現するための適切な工夫が必要となる。

2.1 間接的な要求の伝達

図1に示すように、ロボットが人間にある要求を伝える手段には、「命令」「依頼」「希望」などがある。

*1: 慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科

*2: 慶應義塾大学 環境情報学部

*1: Graduate School of Media and Governance, Keio University

*2: Faculty of Environmental Information, Keio University

本複製物は、特許庁が著作権法第42条第2項第1号の規定により複製したものです。
取扱にあたっては、著作権侵害等にならないよう十分にご注意ください。

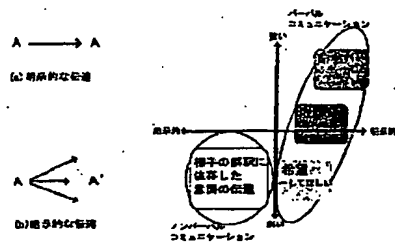


図1 メッセージを伝える手段

その強さの度合いは様々だが、あらかじめ両者が共有できる明示的なサインを定義しておき、それをやりとりするという点では同じである。明示的なサインとして最も多く用いられるのは言語情報であろう。この場合、メッセージ[A]は正確に伝わるが（図1-(a)）、直接指示を受けるため人間側からみるとインタラクションの主導権はロボット側にあると感じやすい。これに対し、例えば身振りや表情などの暗示的なサインによって間接的にメッセージを伝えるという手法があり、人間同士のコミュニケーションではこちらのほうが頻繁に用いられる。また言語情報を持たない赤ん坊やペットなどはこのようにして要求を伝え、円滑なインタラクションを成立させている。この場合メッセージ[A]は曖昧なメッセージ[A]として伝わり（図1-(b)）、その解釈は受け手に委ねられている。要求の伝達方法として現実性は低くなるが、受け手が主体的にインタラクションに関わるため、主導権は移動的なものであるという印象を得やすい。本研究ではこの点に着目し、ロボットの中でも親しみやすい外観をもつペット型のロボットを用いて、振舞いや鳴き声などで間接的に人間にメッセージを伝える手法を積極的に取り入れることにした。

2.2 副次的な行為の誘発

ユーザーとペットロボットとの円滑なインタラクションを実現するためには、ユーザーが積極的にペットロボットに関わろうとする姿勢を引き出す必要がある。しかし高齢者の健康維持活動を支援するシステムが必要とする要求には、血圧や心拍数の調整や筋力増強のための繰り返した運動など、日常的なコミュニケーションの中では見られることの少ない（あるいは好んで行われない）行為が含まれることが多い。

そこで我々は、支援システム側の要求[A]を、実社会でも見られるような仮の要求[B]に変換する手法を提案する。図2に示すように、[A]を仮の要求[B]に置き換え、前述した身振りや鳴き声などの間接的な方法で人間側に送る。[B]はペットとのやり取りで見

られるような要求なので、サインを解釈しようとする人間の力を活かすことができる。受け手は[B]を[B]として解釈しこれに応じた行為を返す。このとき返された行為が[A]の範疇にあれば、副次的に要求が満たされたということになりシステム側も支援システムとしての機能を果たすことができる。

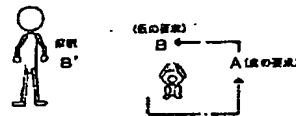


図2 副次的な行為の誘発

本研究では以上のコンセプトを実現するものとして、ペットロボットとの身体的なインタラクションを通じて適切な運動プログラムを構成するという課題を設定し、散歩中に高齢者の身体的な行為を誘発する支援システムを提案する。

3. ペットロボットを用いた高齢者支援システム

本システムは、散歩中のユーザーの心拍数に基づきペットロボットの動作を変化させることによって、トレーニングに適した歩行状態を誘発するものである。本システムは、一般に広く普及しているマフエトン理論¹⁾に基づく「心拍トレーニング」を採用したもので、ペットロボットとの散歩を通じて、強く意識させることなく健康に適切な心拍トレーニングを誘発することを目指している。

本システムの利用イメージを図3示す。ペットロボットの振舞いや鳴き声などをインタラクションの手段として導入し、ペットと散歩をする際に観察されるような日常的な動作からユーザーの自発的な行為を誘発

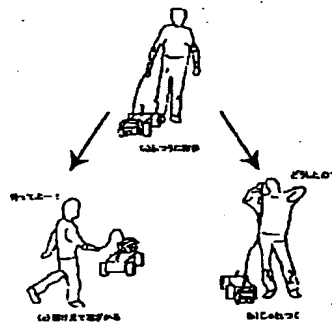


図3 利用イメージ

本複製物は、特許庁が著作権法第42条第2項第1号の規定により複製したものです。
 取扱にあたっては、著作権侵害とならないよう十分にご注意ください。

する。例えばペットと散歩をしている途中でペットがじゃれつくような動作をすると、飼い主の歩調は自然に遅くなったり、立ち止まって相手をしてあげたりするものである。そこで、(a) ペットロボットとぶつかることによってユーザの歩調を遅くすることができる。逆に、(b) 駆け足で進む動作を見せることによって、ユーザの歩調を速めさせることもできる。このようにしてユーザの運動強度を自然な形で制御し、副次的効果として効果的な運動プログラムを構成することが狙いである。本システムの特徴を以下にまとめる。

- ・ ペットロボットの行動形態、行動強度に対する受け手側の解釈を手がかりとして、ユーザの自発的なインタラクションを誘発する
- ・ ユーザの心拍数計測値に基づいて心拍トレーニングに適した歩行速度が構成されるよう、ペットロボットの行動パターンを制御する

4. 設計と試作

筆者らはこれまでに、提案するシステムの実現に向け部分的なプロトタイプ試作と評価をおこなっている[7][8]。プロトタイプシステムの構成を図4に示す。

※内でおこなった実験から、ペットロボットのパフォーマンスに対する歩行速度の調整によって、心拍トレーニングに適した心拍数変動を引き出せることを確認した。また、被験者に対するアンケート調査から、従来型のトレーニング支援システムと比較してペットロボットのような実空間に存在するインタフェースはユーザの興味をひきやすく、インタラクションによってユーザをより積極的にする可能性が高いということを確認した。

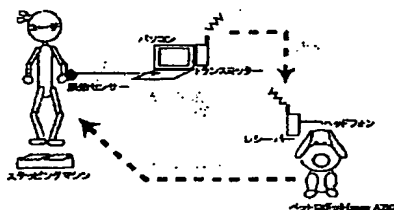


図4 プロトタイプシステム構成図

これらの結果をふまえ、今回はペットロボットの振舞いをいかに設計すべきかを検討する。本研究で提案するシステムでは、狙いどおりの行為を漸次的に誘発することができるかどうかは、ペットロボット側から

の暗示的なメッセージをユーザがどのように解釈するかには依存している。さらにその際、ペットロボットに対する親和性を損なうことなくインタラクションを実現することが求められる。

その設計指針を明らかにする基礎的実験として、ユーザ対象としている比較的健康的な高齢者を被験者とし、ペットロボットの振舞いに対するユーザの主観的解釈の一致度を検証した。また、バーバル・ノンバーバルなペットロボットの振舞い方法が親和性にどのような影響を与えるかを調べた。

5. 実験Ⅰ：ユーザの主観的解釈の評価

実際にペットロボットを用いて4種類の感情を表現するパフォーマンスを設計し、設計者側の意図とユーザの主観的な解釈がどの程度一致するかを検証した。

ペットロボットにはAIBO ERS-111(Sony製)を利用し、各パフォーマンスはAIBO Performer(Sony製)で作成した¹⁾。音声には動物の鳴き声を編集したものを用いた。パフォーマンスの内容は、「じゃれつく(P1)」「退屈そうに立ち止まる(P2)」「振り返って励ます(P3)」「元気が有り余っている(P4)」の4種類で、それぞれ「ぼくと遊んで欲しいなあ」「退屈だなあ」「だめだめ、もっと早く来て」「よし、元気よく歩けぞ」という感情を表現するように設計している(表1)。

表1 パフォーマンスとメッセージ

パフォーマンス	メッセージ
P1	じゃれつく ぼくと遊んで欲しいなあ
P2	退屈そうに立ち止まる 退屈だなあ
P3	振り返って励ます だめだめ、もっと早く来て
P4	元気が有り余っている よし、元気よく歩けぞ

5.1 実験Ⅰ-a

予備実験として、4種類のパフォーマンスがそれぞれ示していると思われる感情を制限連想法で選択してもらい、その正答率を調査した。被験者は、70歳～80歳の健康な高齢者男女4名と、20歳の大学校女子学生2名の合計6名である。なお、ペットロボットに初めて触れる被験者に対しては、実験前に実際に触れて慣れてもらうよう留意した。これは、ペットロボットに対する物珍しさや心理的抵抗感を与える影響をできる限り低減するためである。

5.2 方法・手順

P1,P2,P3,P4を見せた後、それぞれのパフォーマンスが表現していると思われる感情を設計者が意図した4つのメッセージ(表1参照)の中から選択してもらった。実験の様子を図5に示す。

1: 当所、AIBO制作グループはAIBOを「未知の動物」として製品化した。一般的にはERS-111は大型ロボットとして広く認知されているので、本研究ではこれを大型ロボットとして扱うものとする。

本複製物は、特許庁が著作権法第42条第2項第1号の規定により複製したものです。
取扱いにあたっては、著作権侵害とならないよう十分にご注意ください。

ペットロボットのような人工物が目の前で“動く”ということに対する驚きから、普段の感覚に比べて動的な印象を与えられやすいのではないかと考えられる。今後ペットロボットのパフォーマンスを設計する際には、特に静的な動作を強調する工夫が必要である。

6. 実験Ⅱ：親和性への影響

ペットロボットの同じパフォーマンスに対して「動作のみ」「動作と動物の鳴き声」「動作と合成音声による命令文」の3つを設計し、バーバル・ノンバーバルな振舞い方法から受ける親しみやすさについて主観評価をおこなった。また、被験者は若年者層と高齢者層にわけ、高齢者層にとってより親和性の高い振舞い方法を検討した。

6.1 方法・手順

実験Ⅰと同様ペットロボットには AIBO ERS-111(Sony 製)を利用し、「振り向いて帰す(P3)」パフォーマンスに対して、動作だけおこなう[P3-a]、動作に本物の動物の鳴き声を加えた[P3-b]、動作とともに「だめだめ、もっと早く歩いて」という合成音声が出される[P3-c]の3つを用意した。

P3-a, P3-b, P3-cの3種類のパフォーマンスを見せたあと、それぞれの親しみやすさを「非常に親しみにくい(1点)」「親しみにくい(2点)」「ふつう(3点)」「親しみやすい(4点)」「非常に親しみやすい(5点)」の5段階で評価するアンケート調査をおこなった。被験者は若年者層は20歳の大学生男女6名、高齢者層は60歳～80歳の健康な高齢者男女10名である。

6.2 結果

5点評価法による親しみやすさの平均値の結果を、表2に示す。

	若年者層	高齢者層	全体
P3-a:動作のみ	3.7	3.8	3.8
P3-b:動作+動物の鳴き声	4.8	3.6	4.1
P3-c:動作+合成音声	1.7	3.6	2.9

全体としては「動作と動物の鳴き声」の振舞い方法が最も親和性が高い。これを年代別に見てみると若年者層では「動作と動物の鳴き声」がかなり高く支持されているが、高齢者層では評価に大きな差がみられなかった。また、図7に示すように、若年者層では「動作と合成音声による命令文」というバーバルな振舞いに対する違和感が顕著に現れたが、高齢者層ではこの傾向は全く見られなかった。

6.3 考察

高齢者層では3つの振舞い方法に対する親和性の影響は狭が小さい。しかし若年者層には違和感を与える「動作と合成音声による命令文」というバーバルな振

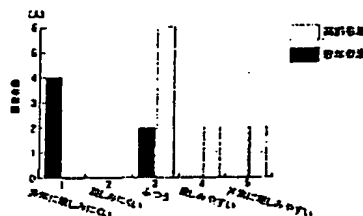


図7 「動作と合成音声による命令文」

舞いに対しても、高齢者層は、ふつう、あるいは親しみやすいと評価している点は注目する。このことは、ペットロボットを高齢者支援のインタフェースとして立立てる際には、バーバルなコミュニケーション方法を用いても親和性を損なわない可能性を示唆している。そこで、将来的な展望として交流の長さによって段階的に親和性を創出していくことを検討したい。例えば、インタラクション開始時には自然言語によって明示的なメッセージをユーザに伝え、徐々に動作のみで暗黙的にメッセージを伝えるようにする。つまり、時間経過に従って解釈をユーザに委ねるよう切り替えていき、段階的に両者の協力的インタラクションを構成していこうというもので、これは、システムの継続的な利用にも寄与するものと考えられる。

7. 関連研究

人間の生活の中に共存することを目指したロボットの研究開発は現在も発展中であり、今後ペットロボットのようなパーソナルなロボットが人間にとってさらに身近な存在になる可能性は大きい。

Nass らの研究では、ロボットを含むメディアに対して人間が擬似的な対人行動をとることが実証されている[9]。また岡田らは、ペットロボットとの身体的インタラクションを通じてロボットとの間に社会的な相互行為を生起できる可能性について言及している[10]。AIBOの開発を担当した藤田は、ペットロボットの仕様や形状からユーザに愛着心を生じさせると、ロボットの行動に対して論理的な理由付けをするようになる[11]と指摘している。本研究では、高齢者のトレーニングを支援するという課題を設定し、上記のようなロボット側からの暗黙的なメッセージに対し人間が能動的な解釈をおこなうという事象を積極的に利用することに主眼を置いている。

「身体性」をもつロボットを用いて人間の行動を誘発するというアプローチとして、藤田らはユーザの発話音声に基づいてうなずき・手振り・身振りなど豊かな身体動作を自動生成し、聞き手および話し手としてコ

本複製物は、特許庁が著作権法第42条第2項第1号の規定により複製したものです。
取扱にあたっては、著作権侵害とならないよう十分にご注意ください。

コミュニケーションを実現するロボット InterRobot を試作し、引き込みによって対話者相互の身体性が共有できることを示している^[12]。また版本らは、うなずきや首振りなどの行為や視線方向の制御に加えて、人間の発した音声を非音声に置き換えて反響的振動をおこなう対話インタフェース Muu を実装し、これが人間にアクティブな影響を与えることを実証している^[13]。本研究では、新しい環境や機器に適應するのが困難であるという高齢者の特性をふまえ、「ペットとの散歩」という限定された場面で見られる動作をインタラクションの手段として導入している。これによりインタラクション自体に必然性を持たせ、高齢者が積極的に興味を示すシステムを提供することを目指している。

8. 今後の課題と展望

本システムはペットロボットが人間と共に屋外を散歩できることを前提としている。現状のペットロボット技術ではアクチュエーターの性能や外界認知技術が不充分であり、人間との歩行を実現するためにはブレークスルーを必要とする課題が多々ある。本研究で提案したシステムはこれらを解決する技術が統合することによって実用化が可能となる。そのため現時点では、部分的なプロトタイプの実試と実ユーザを対象とした調査をおこないながら、システムのあるべき姿を構築していくという手法をとらざるを得ない。

今回の実験では、ペットロボットの振舞いの設計手法に関して理論的なアルゴリズムを分析するには至らなかったが、振舞いから受け手が感じるイメージを具体的な形容語を用いて測定し、動的な動作に関してはイメージを伝えやすいという知見を得た。今回は振舞いを眺めることでのみ評価をおこなったが、メッセージのやり取りや解釈においては接触コミュニケーションも大きな影響を与えることが考えられ、今後は力学的な接触反応に対する評価もおこないたい。

また今回明らかになったバーバル・ノンバーバルな振舞いに関して被験者の年齢層により親和性の影響が異なるという点に着目し、今後これをうまく利用したシステムの設計を検討していきたい。具体的には、メッセージの伝達方法を、交流の長さに従ってバーバルコミュニケーションからノンバーバルコミュニケーションへと切り替え、段階的にインタラクションを協議させていく手法などを考えている。

9. まとめ

実験を通じて、ペットロボットの動作を設計する側の意図とユーザの主観的解釈の一致度を SD 法を用いて検証し、動的・静的なイメージを設計する際の一つの指標を提示することができた。また実際に元気な高

齢者を被験者に加え、バーバル・ノンバーバルなペットロボットの振舞いによる親和性の影響を調査した。若年者層との比較をおこない、システムを高齢者に適用する際のあるべき姿について検討した。これらの実験を通じて、これまで特に役に立つモノではないとされてきたペットロボットを、高齢者にとって使いやすく利用できる支援システムとして提供する有効な設計指針を明らかにした。

謝辞

プロトタイプシステムの試作に関してご協力頂いた同研究室の樋口文氏に感謝致します。また、実験にご協力頂いた被験者の方々に感謝致します。

参考文献

- [1] 伊藤良寛: 高齢者向け情報システムのマン・マシン・インタフェースについての一考察, 人間工学 第29巻 特別号, pp.264, (1993).
- [2] 徳田崇昭: 人の心を図るメンタルコミットロボット, 日本ロボット学会誌 17-7, pp.943-946, (1999).
- [3] 山本浩司, 水谷研治: 高齢者コミュニケーション支援システムの開発, 日本ロボット学会誌, Vol.18, No.2, pp.182-194, (2000).
- [4] 今井倫太, 江森あゆみ, 小野田雄: ロボットとの出会いから、人との出会いへー擬人化エージェントを用いたロボットインタフェースー, 計測自動制御学会第14回ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集, pp.743-748, (1998).
- [5] 山本浩司: ロボットから人間への伝達, 月刊言海, Vol.23, No.8, pp.50-57, (1994).
- [6] F. Maffettone, 中塚信文訳: 革命的エアロビクトレーニング『マフエトン理論』で強くなる!, ランナーズ, (2000).
- [7] 大野智子, 樋口文氏, 安村通見: 電子ペットを用いた対話型心拍トレーニング支援システムの提案, ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集, pp.61-64, (2000).
- [8] 大野智子, 樋口文氏, 安村通見: 電子ペットを用いた対話型心拍トレーニング支援システム, 日本ソフトウェア科学会インタラクティブシステムとソフトウェアⅡ, pp.237-238, (2000).
- [9] B. Reeves, C. Nass: The Media Equation, Cambridge University Press, (1996).
- [10] 岡田美智男: Talking Eye: 対話する「身体」を創る, システム/情報/制御, Vol.14, No.8, (1997).
- [11] 藤田雅博: ロボットエンターテインメントと人工知能, 人工知能学会誌, 16 巻 3 号, pp.399-405, (2001).
- [12] T. Watanabe, M. Okubo and H. Ogawa: An Embodied Interaction Robots System Based on Speech, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.12 No.2, pp.126-134, (2000).
- [13] 坂本彰明, 鈴木紀子, 岡田美智男: 時間経過を有する行動記述系とその会話システムへの適用, 日本ソフトウェア科学会インタラクティブシステムとソフトウェアⅡ, pp.19-26, (2000).